

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

T. MASUDA, et al.

Group Art Unit: Unknown

Application No.: New application

Examiner: Unknown

Filed: July 3, 2003

Attorney Dkt. No.: 024656-00023

For: APPARATUS FOR THE PREPARATION OF FILM

**CLAIM FOR PRIORITY**

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Date: July 3, 2003

Sir:

The benefit of the filing date(s) of the following prior foreign application(s) in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

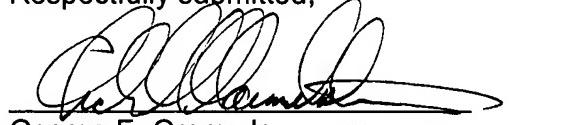
Japanese Application No. 2002-196930, filed July 5, 2002, in Japan.

In support of this claim, certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of these/this document.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Deposit Account No. 01-2300.

Respectfully submitted,

  
George E. Oram, Jr.  
Registration No. 27,931 *Reg. No. 25,995*

Customer No. 004372

ARENT FOX KINTNER PLOTKIN & KAHN, PLLC

1050 Connecticut Avenue, N.W.,

Suite 400

Washington, D.C. 20036-5339

Tel: (202) 857-6000

Fax: (202) 638-4810

GEO:bgk

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: July 5, 2002

Application Number: Patent Application No. 2002-196930  
[JP2002-196930]

Applicant(s): ULVAC, INC.

March 4, 2003  
Sealed by Commissioner,  
Japan Patent Office  
Shinichiroh Ohta

Patent Application Certificate No. 2003-3013056

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日  
Date of Application: 2002年 7月 5日

出願番号  
Application Number: 特願2002-196930

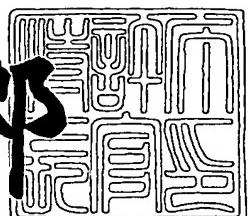
[ST.10/C]: [JP2002-196930]

出願人  
Applicant(s): 株式会社アルバック

2003年 3月 4日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3013056

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2002-036  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/205  
C23C 16/44

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県裾野市須山1220-1 株式会社アルバック  
半導体技術研究所内

【氏名】 増田 健

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県裾野市須山1220-1 株式会社アルバック  
半導体技術研究所内

【氏名】 梶沼 雅彦

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県裾野市須山1220-14 株式会社アルバック  
富士裾野工場内

【氏名】 山田 貴一

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県裾野市須山1220-1 株式会社アルバック  
半導体技術研究所内

【氏名】 内田 寛人

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県裾野市須山1220-14 株式会社アルバック  
富士裾野工場内

【氏名】 植松 正紀

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県裾野市須山1220-1 株式会社アルバック  
半導体技術研究所内

【氏名】 鄭 紅コウ

【特許出願人】

【識別番号】 000231464

【氏名又は名称】 株式会社アルバック

【代理人】

【識別番号】 100106105

【弁理士】

【氏名又は名称】 打揚 洋次

【選任した代理人】

【識別番号】 100119585

【弁理士】

【氏名又は名称】 東田 潔

【選任した代理人】

【識別番号】 100120802

【弁理士】

【氏名又は名称】 山下 雅昭

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 103437

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0201875

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 原料ガスと反応ガスとの混合用ガス混合室と、該ガス混合室に接続された成膜室と、該成膜室の上面に配設されたシャワーヘッドと、該成膜室内に配設された、被処理基板を載置する昇降自在のステージとを有し、該ガス混合室で得られる混合ガスを該シャワーヘッドを介して該成膜室内へ導入することにより該被処理基板上に薄膜を形成する薄膜製造装置であって、

該ガス混合室から該シャワーヘッドへ供給される混合ガスの供給口を該ガス混合室の底面の周縁部に設けて、該ガス混合室から供給される混合ガスがシャワーヘッド上面の周縁部から中心部へ向かって流れるように構成したことを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項2】 請求項1において、該成膜室内の排ガスを排気するための排気口を、成膜室側壁の成膜時ステージ位置より下方部分に設けて、該成膜室内の排ガスを成膜室の側壁方向へ向かわせ、側壁に設けた排気口から排気されるように構成したことを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項3】 請求項1又は2において、成膜時の混合ガスに関して、混合ガス流量が多く、シャワーコンダクタンスが小さく、シャワーヘッドからの噴出しが中心噴出しである場合、径を大きくしたシャワーヘッドを配設するか、又は該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を大きく調整するか、又は径を大きくしたシャワーヘッドを配設すると共に該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を大きく調整することができるように構成し、これにより、該混合ガスの中心噴出しをなくして、その噴出し方が均一化されたようにしたことを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項4】 請求項1又は2において、成膜時の混合ガスに関して、混合ガス流量が少なく、シャワーコンダクタンスが大きく、シャワーヘッドからの噴出しが外側噴出しである場合、径を小さくしたシャワーヘッドを配設するか、又は該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を小さく調整するか、又は径を小さくしたシャワーヘッドを配設すると共にシャワーヘッドと該被処理基板との

間の距離を小さく調整することができるよう構成し、これにより、該混合ガスの外側噴出しをなくして、その噴出し方が均一化されたようにしたことを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかにおいて、該成膜室内径と該シャワーヘッド径とが、次式：

(シャワーヘッド径)×1.5 ≤ 成膜室内径 ≤ (シャワーヘッド径)×2.5  
の関係を満足するように構成されたことを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項6】 請求項5において、該式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：

$$2 \text{ Torr} < \text{成膜室圧力} < 10 \text{ Torr},$$

$$\text{被処理基板径} \leq (\text{シャワーヘッド径}) \times 1.5$$

$$2500 \text{ sccm} < \text{全ガス流量} < 7000 \text{ sccm}$$

の関係を満足する時に成立することを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかにおいて、該シャワーヘッド(S)と該被処理基板(S)との間の距離が、次式：

(S/S間距離)×5 ≤ シャワーヘッド径 ≤ (S/S間距離)×10  
の関係を満足するように構成されたことを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項8】 請求項7において、該式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：

$$2 \text{ Torr} < \text{成膜室圧力} < 10 \text{ Torr},$$

$$\text{被処理基板径} \leq (\text{シャワーヘッド径}) \times 1.5$$

$$2500 \text{ sccm} < \text{全ガス流量} < 7000 \text{ sccm}$$

の関係を満足する時に成立することを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項9】 請求項1～8のいずれかにおいて、該装置の排気クリアラスが、次式：

$$0.02 \text{ m}^3/\text{s} < \text{排気コンダクタンス} < 0.08 \text{ m}^3/\text{s}$$

の関係を満足するように構成されたことを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項10】 請求項9において、該式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：

2 Torr < 成膜室圧力 < 10 Torr、

被処理基板径 ≤ (シャワーヘッド径) × 1.5

2500 sccm < 全ガス流量 < 7000 sccm

の関係を満足する時に成立することを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項11】 請求項1～10のいずれかにおいて、該成膜室の上面の周縁部にガスリングを設け、このガスリングを介して、該成膜室の内壁面に沿って成膜に直接関与しない不活性ガスを該成膜室内に均等に導入することができるよう構成したことを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項12】 請求項1～11のいずれかにおいて、該薄膜製造装置がMOCVDによる薄膜製造装置であることを特徴とする薄膜製造装置。

【請求項13】 大気雰囲気のウエハーカセットから搬送されたウエハをストックするロードロック室と、成膜室と、ロードロック室と成膜室との間に設けられた搬送室とを備え、該成膜室の上流側に原料ガスと反応ガスとの混合用ガス混合室が配設され、該成膜室の上面にシャワーヘッドが配設され、該成膜室内に被処理基板を載置する昇降自在のステージが配設され、該ガス混合室で得られる混合ガスを該シャワーヘッドを介して該成膜室内へ導入することにより該被処理基板上に薄膜を形成することができるように構成された薄膜製造装置であって、

該薄膜製造装置が、請求項1～12のいずれかに記載された装置として構成されていることを特徴とする薄膜製造装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜製造装置に関し、特に、MOCVD法のようなCVD法により成膜する際に、膜厚、膜質、膜組成等のウエハー（基板）面内分布を向上せしめることができる薄膜製造装置に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来から、MOCVD法のようなCVD法により薄膜を製造する際に、膜厚、膜質、膜組成等のウエハ一面内の分布均一性を高める手段として、原料ガスと反

応ガスとの均一な混合、ウエハーの適正な回転、シャワーヘッドからのウエハーに対する均一なガス噴出し等について、種々の技術が提案されている。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

MOCVD法によって薄膜を製造する場合、一般に、気化した原料ガスと反応ガスとからなる混合ガスを真空雰囲気の成膜室内に導入し、成膜室内に配設されたステージ上に載置した被処理基板上で気相化学反応により成膜する。該成膜室の上面には、ステージに対向してシャワーヘッドが配設され、このシャワーヘッドの上流側にはガス混合室が付設されている。成膜時に、混合室に供給された原料ガスと反応ガスとは、所定の混合比の混合ガスとして、シャワーヘッドを介して所定の真空度に排気された成膜室内に導入され、基板上での化学反応により薄膜が製造される。

## 【0004】

従来技術において、基板上に均一な膜質及び膜厚分布を有する薄膜を形成するために試みられていた種々の提案は、MOCVD装置構造の複雑さや混合ガスの均一性等の点から、決定的な解決手段とはなり得ない。そのため、より簡易でしかも種々の成膜条件に合わせて制御可能なCVD装置の開発が求められている。

本発明の課題は、従来技術の問題点を解決することにあり、良好なウエハー面内分布を容易に達成することができる薄膜製造装置を提供することにある。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、膜厚、膜質、膜組成等に対するウエハー面内均一性が向上した薄膜の製造装置を開発すべく、ガス流量、シャワーヘッドの径、シャワーコンダクタンス、排気速度、シャワーヘッドと被処理基板との間の距離等の各種パラメーターの組み合わせについて、鋭意研究・開発を行ってきた。その結果、混合ガスのシャワーヘッドへの供給の仕方、排気の方向、成膜室内径とシャワーヘッド径との関係、シャワーヘッド-基板間距離、排気クリアランス、シャワーヘッドのガス噴出し径等がウエハー面内均一性に影響するという知見を得、本発明を完成するに至った。

## 【0006】

本発明の薄膜製造装置は、原料ガスと反応ガスとの混合用ガス混合室と、このガス混合室に接続された成膜室と、成膜室の上面に配設されたシャワーヘッドと、成膜室内に配設された、被処理基板を載置する昇降自在のステージとを有し、ガス混合室で得られる混合ガスをシャワーヘッドを介して成膜室内へ導入することにより被処理基板上に薄膜を形成する薄膜製造装置であって、ガス混合室からシャワーヘッドへ供給される混合ガスの供給口をガス混合室の底面の周縁部に設けて、ガス混合室から供給される混合ガスがシャワーヘッド上面の周縁部から中心部へ向かって流れるように構成したことを特徴とする。このように構成することにより、製造された薄膜について、膜厚、膜質、膜組成等に対するウエハー面内均一性を達成し得る装置が提供できる。

## 【0007】

本発明の薄膜製造装置において、成膜室内の排ガスを排気するための排気口を、成膜室側壁の成膜時ステージ位置より下方部分に設けて、成膜室内の排ガスを成膜室の側壁方向へ向かわせ、側壁に設けた排気口から排気されるように構成する。

本発明の薄膜製造装置において、成膜時の混合ガスに関して、混合ガス流量が多く、シャワーコンダクタンスが小さく、シャワーヘッドからの噴出しが中心噴出しだである場合、径を大きくしたシャワーヘッドを配設するか、又は該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を大きく調整するか、又は径を大きくしたシャワーヘッドを配設すると共に該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を大きく調整することができるように構成することができる。シャワーヘッドの径とは、シャワーヘッドのガス噴出しだ径である。このように構成すれば、混合ガスの中心噴出しがなくなり、その噴出しが均一化される。かくして、基板への均一なガス衝突が実現され、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内分布均一性が達成される。

## 【0008】

また、成膜時の混合ガスに関して、混合ガス流量が少なく、シャワーコンダクタンスが大きく、シャワーヘッドからの噴出しが外側噴出しだある場合、径を小

さくしたシャワーヘッドを配設するか、又は該シャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を小さく調整するか、又は径を小さくしたシャワーヘッドを配設すると共にシャワーヘッドと該被処理基板との間の距離を小さく調整することができるように構成することが好ましい。このように構成すれば、混合ガスがシャワーヘッドの外側噴出しがなくなり、その噴出し方が均一化される。かくして、基板への均一なガス衝突が実現され、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内分布均一性が達成される。

## 【0009】

本発明の薄膜製造装置において、成膜室内径とシャワーヘッド径とが、次式：  
 $(\text{シャワーヘッド径}) \times 1.5 \leq \text{成膜室内径} \leq (\text{シャワーヘッド径}) \times 2.5$   
 の関係を満足するように構成されることが好ましい。シャワーヘッド上面の周縁部から中心部（内側）へ向かう混合ガス流れ及びシャワーヘッド下側で成膜室の周縁部へと引かれる排気の影響の釣り合いで、基板へのガス衝突が均一になるか否かが決まる。そのため、成膜室内径とシャワーヘッド径とが上記式を満足しないと、基板へのガス衝突が均一にならず、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内分布が均一になり難い。この場合、上記式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：

$$2 \text{ Torr} < \text{成膜室圧力} < 10 \text{ Torr},$$

$$\text{被処理基板径} \leq (\text{シャワーヘッド径}) \times 1.5$$

$$2500 \text{ sccm} < \text{全ガス流量} < 7000 \text{ sccm}$$

の関係を満足する時に成立する。

## 【0010】

本発明の薄膜製造装置において、シャワーヘッド(S)と被処理基板(S)との間の距離が、次式：

$$(S/S \text{ 間距離}) \times 5 \leq \text{シャワーヘッド径} \leq (S/S \text{ 間距離}) \times 10$$

の関係を満足するように設定されることが好ましい。この式の関係を満足しないと、基板へのガス衝突が均一にならず、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハー面内分布が均一になり難い。この場合、上記式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：

$2 \text{ Torr} < \text{成膜室圧力} < 10 \text{ Torr}$ ,  
 被処理基板径  $\leq (\text{シャワーヘッド径}) \times 1.5$   
 $2500 \text{ sccm} < \text{全ガス流量} < 7000 \text{ sccm}$   
 の関係を満足する時に成立する。

## 【0011】

本発明の薄膜製造装置において、この装置の排気クリアランスが、次式：

$$0.02 \text{ m}^3/\text{s} < \text{排気コンダクタンス} < 0.08 \text{ m}^3/\text{s}$$

の関係を満足するように構成されることが好ましい。排気コンダクタンスがこの式の関係を満足しないと、基板へのガス衝突が均一にならず、その結果、得られた薄膜の膜厚、膜質、膜組成等のウエハ一面内分布が均一になり難い。この場合、上記式は、成膜時における成膜室圧力、シャワーヘッド径及び全ガス流量がそれぞれ、次式：

$2 \text{ Torr} < \text{成膜室圧力} < 10 \text{ Torr}$ ,  
 被処理基板径  $\leq (\text{シャワーヘッド径}) \times 1.5$   
 $2500 \text{ sccm} < \text{全ガス流量} < 7000 \text{ sccm}$

の関係を満足する時に成立する。

## 【0012】

本発明の薄膜製造装置において、成膜室の上面の周縁部にガスリングを設け、このガスリングを介して、成膜室の内壁面(周縁部)に沿って成膜に直接関与しない不活性ガスを成膜室内に均等に導入することができるよう構成してもよい。

本発明の薄膜製造装置は、MOCVDによる薄膜製造装置であることが好ましい。

## 【0013】

さらに、本発明の薄膜製造装置は、大気雰囲気のウエハーカセットから搬送されたウエハをストックするロードロック室と、成膜室と、ロードロック室と成膜室との間に設けられた搬送室とを備え、この成膜室の上流側に原料ガスと反応ガスとの混合用ガス混合室が配設され、成膜室の上面にシャワーヘッドが配設され、成膜室内に被処理基板を載置する昇降自在のステージが配設され、ガス混合室で得られる混合ガスをシャワーヘッドを介して成膜室内へ導入することにより被

処理基板上に薄膜を形成することができるように構成された薄膜製造装置であつて、この薄膜製造装置が、上記のように構成されていることを特徴とする。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

本発明に係わる薄膜製造装置の一実施の形態によれば、大気雰囲気のウエハーカセットから搬送されたウエハー（被処理基板）をストックするロードロック室と、真空容器からなる成膜室と、ロードロック室と成膜室との間に設けられた搬送室とを備え、この成膜室内に被処理基板を載置する昇降自在のステージが配設され、成膜室の上面にステージと対向してシャワーヘッドが配設され、成膜室の上流側にシャワーヘッドに原料ガス及び反応ガスの混合ガスを供給するためのガス混合室が付設され、ステージには被処理基板を加熱又は冷却するための温度制御装置が付設され、ガス混合室には原料ガス及び反応ガスの各ガス供給系が接続され、また、成膜室には室内を排気するための真空排気系が接続され、さらに、被処理基板を搬入又は搬出するための搬送手段が設けられた薄膜製造装置であつて、ガス混合室で得られた混合ガスをシャワーヘッドを介して成膜室内へ導入することにより、被処理基板上に所望のウエハー面内均一性を有する薄膜を形成することができるように構成してなる薄膜製造装置が提供される。

## 【0015】

以下、本発明に係わる薄膜製造装置の実施の形態について、図面を参照して説明する。

本発明の薄膜製造装置は、例えば、図1に示すように、大気雰囲気のウエハーカセット1からウエハーが搬送され、ストックされるロードロック室2と、成膜室3と、ロードロック室2と成膜室3との間に設けられた搬送室4と、その他の成膜室等の室6、7、8、9とを備えている。この成膜室3の周辺の概略構成を図2に示し、また、成膜時の成膜室3の内部の様子を図3に示す。図1～3において、同じ構成要素は同一の符号で示す。

## 【0016】

ロードロック室2と成膜室3とは仕切りバルブを介して接続されている。ロードロック室2は、成膜面に金属薄膜が形成された被処理基板を一旦真空雰囲気に

曝すことで、被処理基板表面の水分等を除去する役割を果たす。このため、図示しないが、ロードロック室2には、真空ポンプが接続されていると共に、その真空度をモニターする真空計が配設されており、また、被処理基板が装着された基板ホルダーを搬送する搬送アームが設けられている。この被処理基板を装着した基板ホルダーの受渡等のため、搬送アームの回転軸は短いストロークで昇降自在である。この搬送アームによって外部（ウエハーカセット）から、基板ホルダーに装着された被処理基板をロードロック室2に収容し、所定の真空度まで真空排気した後、仕切りバルブを開けて、同じ真空度に真空排気した搬送室4を経て成膜室3に被処理基板を基板ホルダーと共に搬送する。そして、搬送アームを再びロードロック室2に戻して仕切りバルブを閉じる。図1において、10はウエハーの位置や角度を調整するためのウエハーライナーを示す。

#### 【0017】

そして、成膜室3にもまた、ロードロック室2と同様に、真空雰囲気の形成が可能であるように真空ポンプが設けられていると共に、その真空度をモニターする真空計が配設されている。また、真空ポンプはバルブを介在させて設けられていてもよい。すなわち、成膜室3は、図2に示すように、仕切りバルブ21を介して排気手段22へ接続され、この排気手段により成膜室内が排気される。

また、成膜室3に付設された混合室には、図2に示すように、混合ガス供給系が接続されている。この混合ガス供給系は、気化器23を経て原料ガスを混合室24へ供給する原料ガス供給系と、反応ガス( $O_2$ )供給系とからなる。そして、これらのガス供給系から供給されたガスは混合室24で混合され、混合ガスはシャワーヘッド25を介して成膜室3内に導入される。

#### 【0018】

図1に示すように、被処理基板をロボット搬送アーム5を用いてロードロック室2へと搬送した後、このロードロック室を真空引きする(到達圧力：5Pa程度まで)。次いで、同程度まで真空引きされている搬送室4とロードロック室2との間の仕切りバルブを開き、ロードロック室2と搬送室4とを一体化する。その後、搬送室4を、成膜室3の成膜時圧力665Paより高い圧力になるように $N_2$ ガス等の不活性ガスをフローして圧力制御し、成膜室3内の混合ガスが搬送

室4に流れ込むのを防ぐようとする。この状態で、被処理基板をロードロック室2から搬送室4へ、そして搬送室4と成膜室3との間の仕切りバルブを開けて成膜室3へと搬送する。

## 【0019】

図3に示すように、被処理基板Sが成膜室3内に配設されたウェハーステージ31上に搬送された後、このステージを、設定したシャワーヘッドー基板間距離(S/S間距離:通常、15~50mm程度)になるまで上昇させる。ステージ31上に搬送された基板Sは、加熱手段により加熱されたステージの熱を受けて室温から成膜温度まで昇温する。室温から昇温し、成膜温度で安定するまでのトータルの時間は、通常4分程度である。

温度が安定した後、気化器23(図2)により気化された原料ガス(実ガス)と反応ガス(例えば、O<sub>2</sub>ガス等)とをガス混合室24へ導入して得られた所定の配合比の混合ガスを、ガス供給口24aから、シャワーヘッド25を介して成膜室3内のステージ31上に載置された基板S上に供給し、成膜を開始する。

## 【0020】

混合ガス流量やシャワーヘッド径(すなわち、ガス噴出し部分の径)、さらにはシャワーヘッドー基板間距離に応じて、所定の膜厚(例えば、およそ100nmの膜厚)になるまでの時間、混合ガスを導入する。

所定の膜厚になるまで成膜した後、混合ガスの導入を止め、ステージ31を搬送室4へ基板Sの受け渡しができる位置まで下げる、成膜室3から搬送室4へ処理された基板Sを搬送し、回収する。この搬送室4は前述のように圧力制御されている。

## 【0021】

図3に示すMOCVD装置は、上記したように、ガス混合室24と、このガス混合室に接続された成膜室3と、この成膜室の上面に設けられたシャワーヘッド25とを備え、成膜室3内には被処理基板Sを載置するステージ31がシャワーヘッド25に対向して配設されている。このように構成することにより、ガス混合室24で得られた混合ガスをシャワーヘッド25を介して成膜室3内へ導入し、被処理基板S上に薄膜を形成できるようになっている。混合ガス出口(シャワ

一ヘッドへの供給口) 24aはガス混合室24の底部の周縁部に設けられ、このガス混合室からシャワーヘッド25へ供給される混合ガスが、シャワーヘッドの上面で、その外周部(周縁部)から中心部へ向かって流れるように構成されている。

## 【0022】

成膜室3の側壁に設けられた排気口32は、成膜時のステージ31の位置より下の壁面に設けられており、成膜時の排ガスの排気方向が成膜室3の周縁部へ向かうように構成され、排ガスは成膜室の内壁面に沿って流れ、最終的に成膜室外へ排気される。

上記成膜室3において、ステージ31は、昇降手段33により所定の成膜位置に設定可能なように昇降自在に構成され、シャワーヘッド25と被処理基板Sとの間の距離が調整可能になっている。

## 【0023】

上記したように、シャワーヘッド25上面の混合ガス流れが、シャワーヘッドの周縁部から中心部へ向かうように構成されており、また、ガスの排気方向が成膜室3の周縁部へ向かうように構成されているので、混合ガスの流量及びシャワーコンダクタンスを変えることにより、中心噴出し(ガス流量が多く、シャワーコンダクタンスが小さい場合)から外側噴出し(ガス流量が小さく、シャワーコンダクタンスが大きい場合)までガス流れが変化する場合に、上記したようにシャワーヘッド径等を選択・調整すれば十分対応できる。

## 【0024】

上記したように、混合ガスの流路及びガス排気方向を制御することに加えて、シャワーヘッドと基板(ウエハー)との間の距離(S/S間距離)を調節することにより、基板への均一なガス衝突(ひいては、均一なウエハー面内分布)を実現することができる。例えば、中心噴出しの場合、S/S間距離を大きくすると均一な面内分布を実現でき、外側噴出しの場合、S/S間距離を小さくすると均一な面内分布を実現できる。

本発明によれば、上記したように、シャワーヘッド25の上側における周辺部から中心部に向かう混合ガス流れと、シャワーヘッド25の下側における成膜室

3の内壁面に沿った排ガスの排気方向との組み合わせにより、さらには、S/S間距離を調節することにより、成膜の際に良好な面内均一性を達成することが可能となる。

## 【0025】

また、本発明によれば、ウエハー面内分布均一性を達成するためには、シャワーヘッド25のガス噴出径は、被処理基板Sの径と最低限同じであるか又はそれより大きいことが好ましい。なお、シャワーヘッド25は、通常、処理される基板のサイズに応じた所定サイズの径を有するものを用いるが、処理される基板のサイズにあわせて所定のガス噴出径になるように余分のガス噴出穴25aを塞ぐことができるようとしたもの用いてもよい。すなわち、シャワーヘッド25の径（ガス噴出径）を自在に調節できるように構成してもよい。

## 【0026】

さらに、本発明の装置に用いるシャワーヘッドにおいて、その形状やガス噴出穴の形態やガス噴出穴の密度に特に制限があるわけではなく、ガスが均一に成膜室に導入できるものであればよい。例えば、図5(a)に示すように、シャワーヘッドのガス噴出穴が全体にわたって均一な密度で開けられているものでも、また、図5(b)～(e)に示すように、ガス流量や真空ポンプの排気速度に応じて、シャワーヘッドの穴密度又は穴径を変えたものや穴密度又は穴径に分布を持たせたものを使用してもよい。図5において、(b)は全体が(a)に比べて低密度（小径）の穴を有するもの、(c)は全体が(a)に比べて高密度（小径）の穴を有するもの、(d)は中心が高密度、中間が中位の密度、周辺が低密度の穴を有するもの、(e)は中心が低密度、中間が中位の密度、周辺が高密度の穴を有するものを示すが、この様態に制限される訳ではなく、適宜設計・変更可能である。図5に示すシャワーヘッドのうち(d)及び(e)の場合は、例えば、内径が異なり、かつ、シャワーヘッド穴密度が異なる複数の円環体を同心的に嵌め込んで形成したプレート状のシャワーヘッドであってもよい。

## 【0027】

本発明の薄膜製造装置を用いる薄膜製造プロセスは、上記のような工程を経て実施でき、図3に示すMOCVDによる薄膜製造装置を用いた薄膜製造プロセス

における成膜条件としては、例えば、強誘電体P Z T薄膜等を製造する場合、以下の範囲内に設定すれば所期の目的を達成することができる。

・ガス流量：

反応ガス( $O_2$ )：1000～5000 sccm

キャリアガス：300 sccm

原料流量： $0.3M-Pb(DPM)_2/THF$  . . . . . 0.09～0.9 mL/min

$0.3M-Zr(dmhd)_4/THF$  . . . . . 0.06～0.6 mL/min

$0.3M-Ti(iPrO)_2(DPM)_2/THF$  . . . . 0.06～0.6 mL/min

・成膜時温度：450～650°C

・成膜時圧力：266～1330 Pa

・基板：特に制限はない。例えば、 $Ir/SiO_2/Si$ の基板、 $SiO_2/Si$ 基板、 $Si$ 基板等が使用できる。また、基板サイズは、8インチ用ハードであれば、6インチの場合でも同様の条件で膜厚等の面内均一性を得ることができる。

0. 3 mol/L濃度の原料が、上記した下限未満であると、成膜レートが遅く、成膜するのに時間がかかり過ぎるという問題があり、また、上限を超えると、うまく気化できず、気化器内に析出物が出て問題である。

【0028】

また、本発明に係わる薄膜製造装置の別の実施の形態によれば、図4に示すように、成膜室3の内壁面（周縁部）に沿って $N_2$ やAr等の成膜に直接関与しない不活性ガスを成膜室内に均等に導入するために、ガスリング41を成膜室3の上面の周縁部に設けてもよい。このような不活性ガスを流すことにより、混合ガスの整流に寄与し、さらには、膜厚、膜質、膜組成等についてのウェハー面内分布均一性を向上することができる。図4において、図3と同じ構成要素は同一の符号で示す。

【0029】

【実施例】

以下、本発明の薄膜製造装置を用いた薄膜製造プロセスについて図面を参照して具体的に説明する。

## (実施例1)

図1～3に示すMOCVDによる薄膜製造装置を用いて強誘電体PZT薄膜を製造した。

図1～3に示す装置において、

- ・シャワーヘッド25の径：150～250mm
- ・シャワーヘッド25の穴数：3000個／φ250
- ・シャワーヘッド25の単位面積(1m<sup>2</sup>)あたりのコンダクタンス：7.3m<sup>3</sup>/s
- ・シャワーヘッド25と基板間距離：15～45mm

に設定した。このシャワーヘッド25としては、図5(a)に示す均一な穴密度を有するものを用いた。

## 【0030】

また、成膜条件として、

- ・ガス流量：

反応ガス(O<sub>2</sub>)：2500sccm

キャリアガス(N<sub>2</sub>)：300sccm

液体原料流量：0.3M-Pb(DPM)<sub>2</sub>/THF ······ 0.3 mL/min

0.3M-Zr(DMHD)<sub>4</sub>/THF ······ 0.2 mL/min.

0.3M-Ti(iPrO)<sub>2</sub>(DPM)<sub>2</sub>/THF ··· 0.2 mL/min

- ・成膜時温度：600°C

- ・成膜時圧力：665Pa

- ・基板：Ir/SiO<sub>2</sub>/Siの8インチ基板

に設定した。

## 【0031】

(注) DPM:ジビバロイルメタナト、C<sub>11</sub>H<sub>19</sub>O<sub>2</sub>

THF:テトラヒドロフラン、C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O

DMHD:ジメチルヘプタジオナト、C<sub>7</sub>H<sub>13</sub>O<sub>2</sub>

iPrO:イソプロポキシ基

## 【0032】

以下のようにして、成膜プロセスを実施した。

上記装置において、成膜室3内を真空引きし、到達圧力を5 Torr程度に設定した。また、成膜室3、気化器23、及びガス混合室24へ供給される各ガスの配管を200~250°Cに設定し、さらに、ウェハーステージ31の温度を600°Cに設定した。

予め、成膜室3内に反応ガス2500 sccmを流し、APCで圧力を665 Paに調圧しておいた。

#### 【0033】

図1に示すように、はじめに、被処理基板を、ウェハーカセット1からロードロック室2へとロボット搬送アームを用いて搬送し、次いで、このロードロック室2を真空引きした（到達圧力：5 Pa程度まで）。その後、同程度まで真空引きされている搬送室4とロードロック室2との間の仕切りバルブを開き、ロードロック室2と搬送室4とを一体化した。一方、搬送室4を、成膜室3の圧力665 Paより高い圧力になるようにN<sub>2</sub>ガスをフローして圧力制御しておき、成膜室3内の混合ガスが搬送室4に流れ込むのを防ぐようにした。この状態で、被処理基板を、ロードロック室2から搬送室4へ、そして搬送室4と成膜室3との間の仕切りバルブを開けて成膜室3へと搬送した。成膜室3内は、図2に示すように、排気手段22により排気された。

#### 【0034】

次いで、図3に示すように、被処理基板Sが成膜室3内に配設されたウェハーステージ31上に搬送された後、このステージを、ステージ昇降手段33により、設定したシャワーヘッド-基板間距離（S/S間距離：1.5~4.5 mm）になるまで上昇させた。ステージ31上に搬送された基板Sは、加熱手段により加熱されたステージの熱を受けて室温から成膜時温度（600°C）まで昇温せしめた。室温から昇温し、成膜時温度で安定するまでのトータルの時間は、4分程度であった。

#### 【0035】

温度が安定した後、原料ガス及び反応ガスからなる混合ガスを、混合ガス出口24aからシャワーヘッド25を介して成膜室3内のステージ31上に載置され

た基板S上に供給し、成膜を開始した。ガス混合室24からシャワーHEAD25へ供給された混合ガスは、シャワーHEAD25の上面で、その外周から中心へ向かって流れていた。ほぼ100nmの膜厚になるまでの時間、混合ガスを導入した。

## 【0036】

この所定の膜厚になるまで成膜した後、混合ガスの導入を止め、ステージ31を搬送室4へ基板Sの受け渡しができる位置まで下げて、成膜室3から搬送室4へ処理された基板Sを搬送し、回収した。この搬送室4は前述のように圧力制御されていた。

成膜時の排ガスは、成膜室3の内壁面に沿って流れ、成膜室3の側壁に設けられた排気口32から、最終的に成膜室外へ排気された。

かくして、基板S上に形成された膜の厚さが均一の膜を連続的に形成することができ、そのウエハー面内分布は均一であった。このため、半導体チップの歩留まりが向上する。

## 【0037】

上記成膜プロセスにおいて、S/S間距離（シャワーHEAD-ステージ（基板）間距離）を30mmに固定して、シャワーHEAD径を150、200、250mmと振った場合に得られた薄膜の膜厚分布についての結果を図6に示す。図6の結果から、シャワーHEAD径250mmでは、外側からのフローが大きく、膜厚分布が悪く、逆にシャワーHEAD径150mmではガス流れがウエハーの中央に偏り、分布が悪くなっているものと考えられる。ウエハー径とほぼ同じ200mmの時最も分布が良くなり、最適値がこの周辺に存在することがわかる。

## 【0038】

また、各シャワーHEAD径Φ150、200、250mmに対し、S/S間距離を変えた時の膜厚の面内分布の変化を図7に示す。各シャワーHEAD径とも、S/S間距離を変えた時に、面内分布が最小となる極小点を持ち、シャワーHEADからのガスの噴出し方により生ずる膜厚の面内分布をS/S間距離を調節することにより制御できることが分かる。

なお、図7から、上記装置条件及び成膜プロセス条件の場合、S/S間距離を

一般に15~45mm、好ましくは20~40mm、より好ましくは25~35mmに調整することにより、膜厚の面内分布を制御できることが分かる。

## 【0039】

## (実施例2)

実施例1では、シャワーヘッド25として、ガス噴出穴25aが均一に開いているもの(図5(a))を用いたが、ガス流量やポンプの排気速度に応じて、図5の(b)~(e)に示すシャワーヘッドの穴密度を変えたものや穴密度に分布を持たせたものを使用して実施例1を繰り返したところ、実施例1の場合と同じ結果が得られた。

## 【0040】

## (実施例3)

実施例1で用いた成膜室3の代わりに図4に示すようなガスリング41の設けられた成膜室を用いて、成膜室側壁に沿ってN<sub>2</sub>やArの不活性ガスをフローし、実施例1と同様の手順で成膜した。その結果、混合ガスがより整流として流れ、さらに良好な膜厚分布が得られた。

## 【0041】

## 【発明の効果】

本発明の薄膜製造装置によれば、ガス混合室からシャワーヘッドへ供給される混合ガスの供給口をガス混合室の底面の周縁部に設けて、ガス混合室から供給される混合ガスがシャワーヘッド上面の周縁部から中心部へ向かって流れるように構成したので、また、成膜室内の排ガスを排気するための排気口を、成膜室側壁の成膜時ステージ位置より下方部分に設けて、成膜室内の排ガスを成膜室の側壁方向へ向かわせ、側壁に設けた排気口から排気されるように構成したので、さらには、各請求項に記載したように構成したので、成膜の際に、膜厚、膜質、膜組成等の良好なウエハー面内分布均一性を達成することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の薄膜形成装置を含む全体の装置構成の一実施の形態を模式的に示す構成図。

【図2】 図1の装置の成膜室周辺の概略構成図。

【図3】 図1の装置の成膜室の内部の概略構成図。

【図4】 本発明の別の実施の形態に係わる成膜室の内部の概略構成図。

【図5】 本発明の薄膜製造装置に用いるシャワーヘッドのガス噴出穴の配置・構成を示す下面図であり、(a)は全体が均一な密度の穴を有するもの、(b)は全体が(a)の場合よりも低密度(小径)の穴を有するもの、(c)は全体が(a)の場合よりも高密度(小径)の穴を有するもの、(d)は中心が高密度、中間が中位の密度、周辺が低密度の穴を有するもの、(e)は中心が低密度、中間が中位の密度、周辺が高密度の穴を有するものを示す。

【図6】 本発明で用いるシャワーヘッドの径と膜厚の面内分布(±)との関係を示すグラフ。

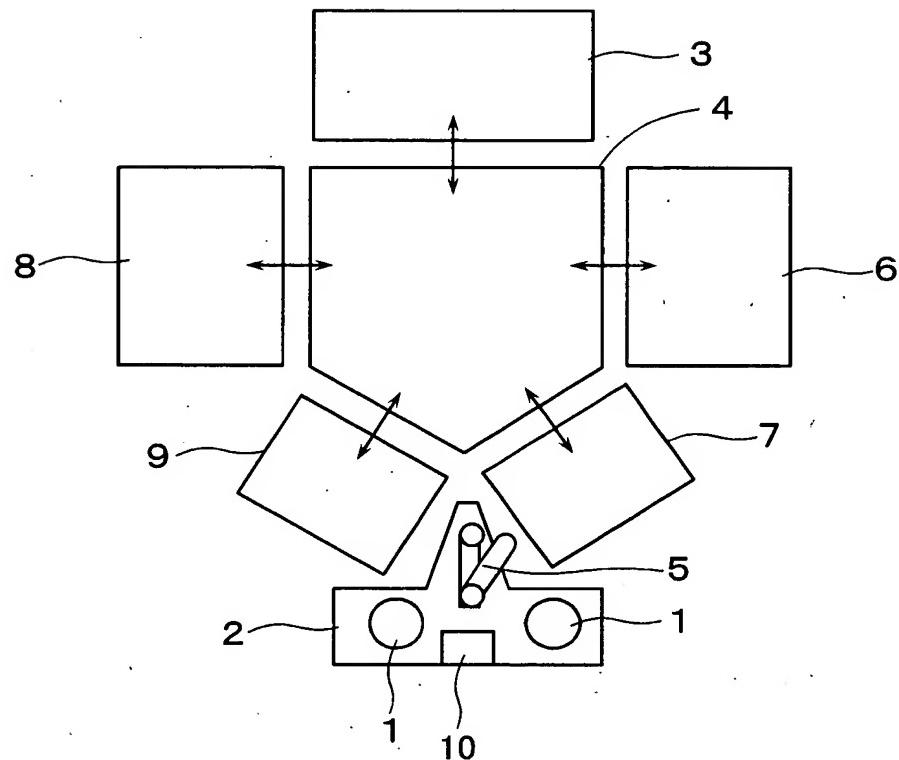
【図7】 本発明で用いる各シャワーヘッド径に対し、シャワーヘッド—ウエハーステージ(基板)間距離と膜厚の面内分布(±)との関係を示すグラフ。

【符号の説明】

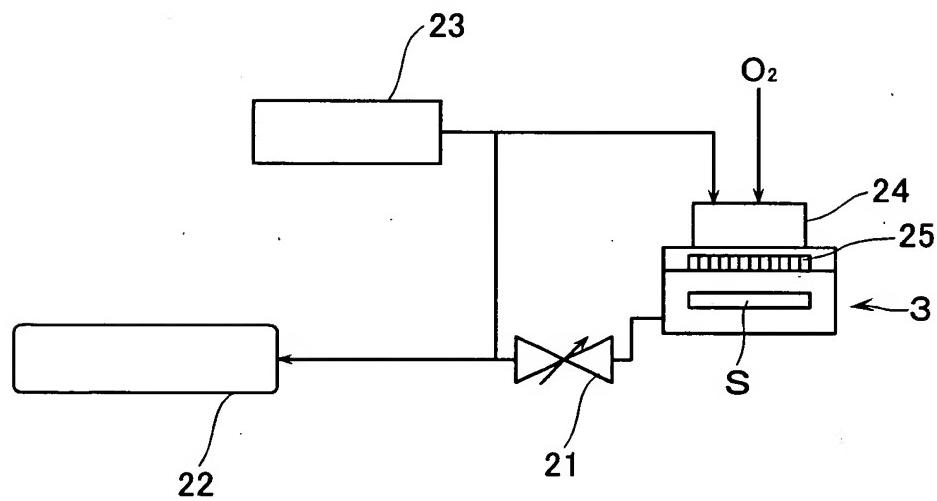
1 ウエハーカセット	2 ロードロック室
3 成膜室	4 搬送室
5 ロボット(搬送アーム)	6~9 他の成膜室又はそれ以外の室
10 ウエハーライナー	21 仕切りバルブ
22 排気手段	23 気化器
24 ガス混合室	24a 混合ガス供給口
25 シャワーヘッド	25a ガス噴出穴
31 ステージ	32 排気口
33 ステージ昇降手段	41 ガスリング
S 基板	S/S シャワーヘッド—基板間距離

【書類名】 図面

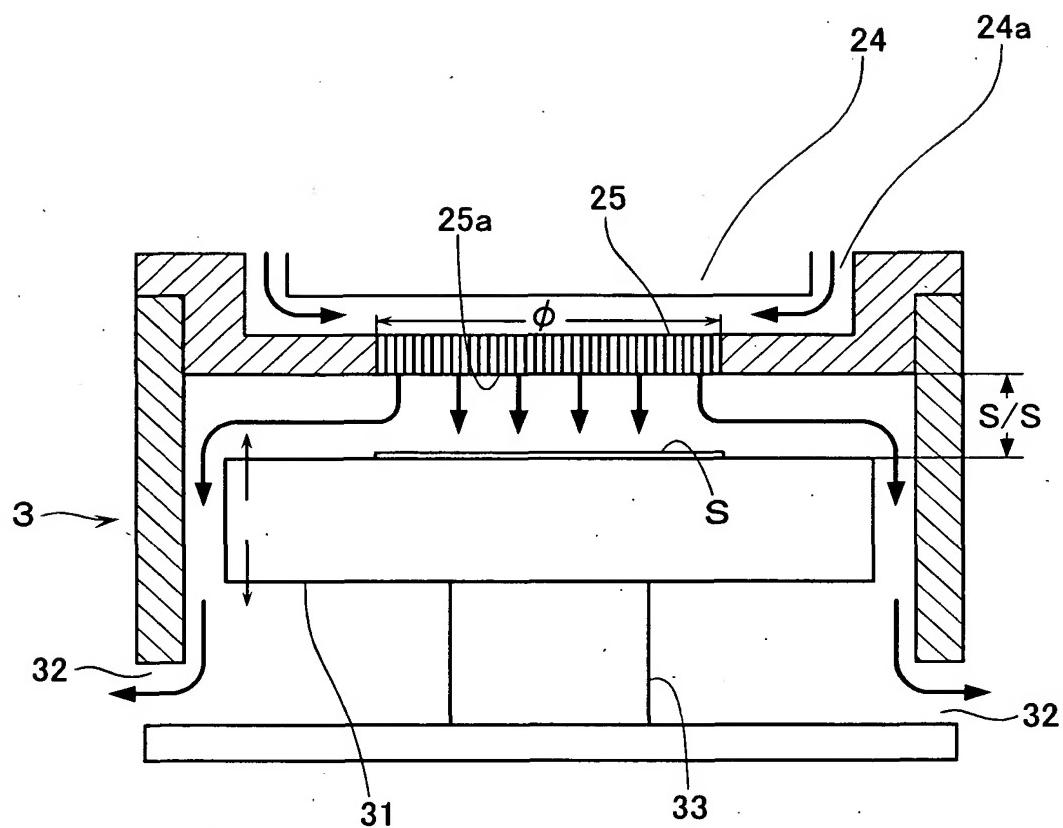
【図1】



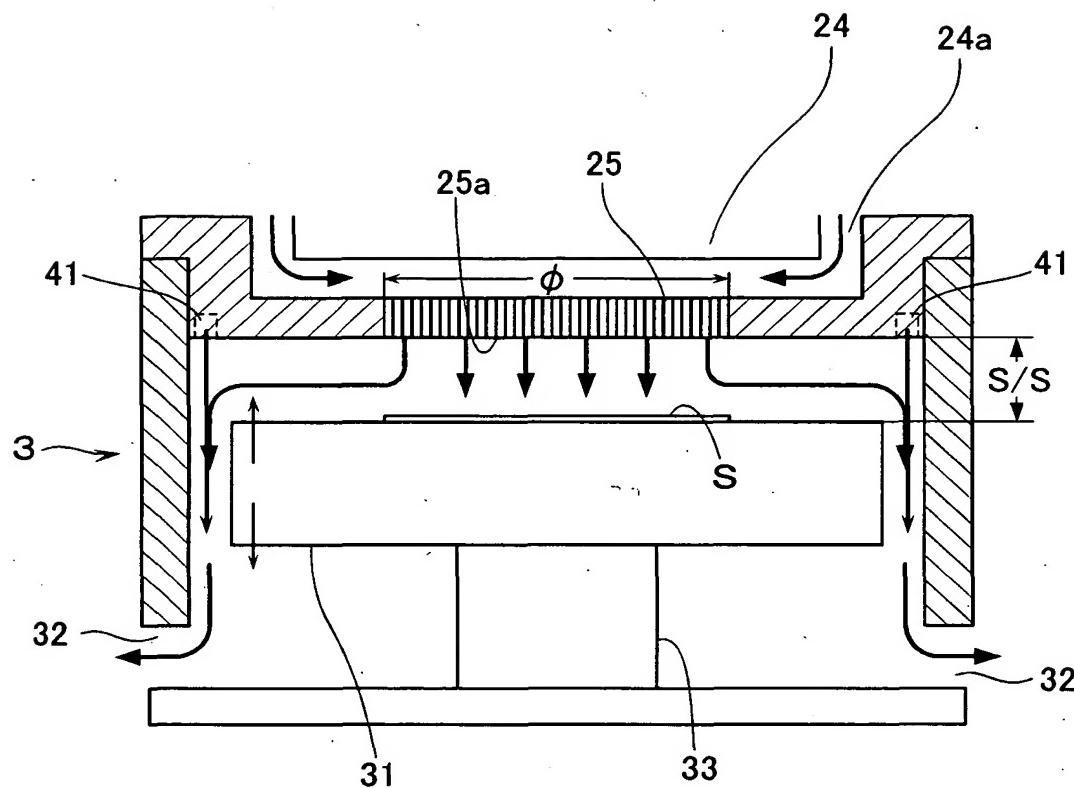
【図2】



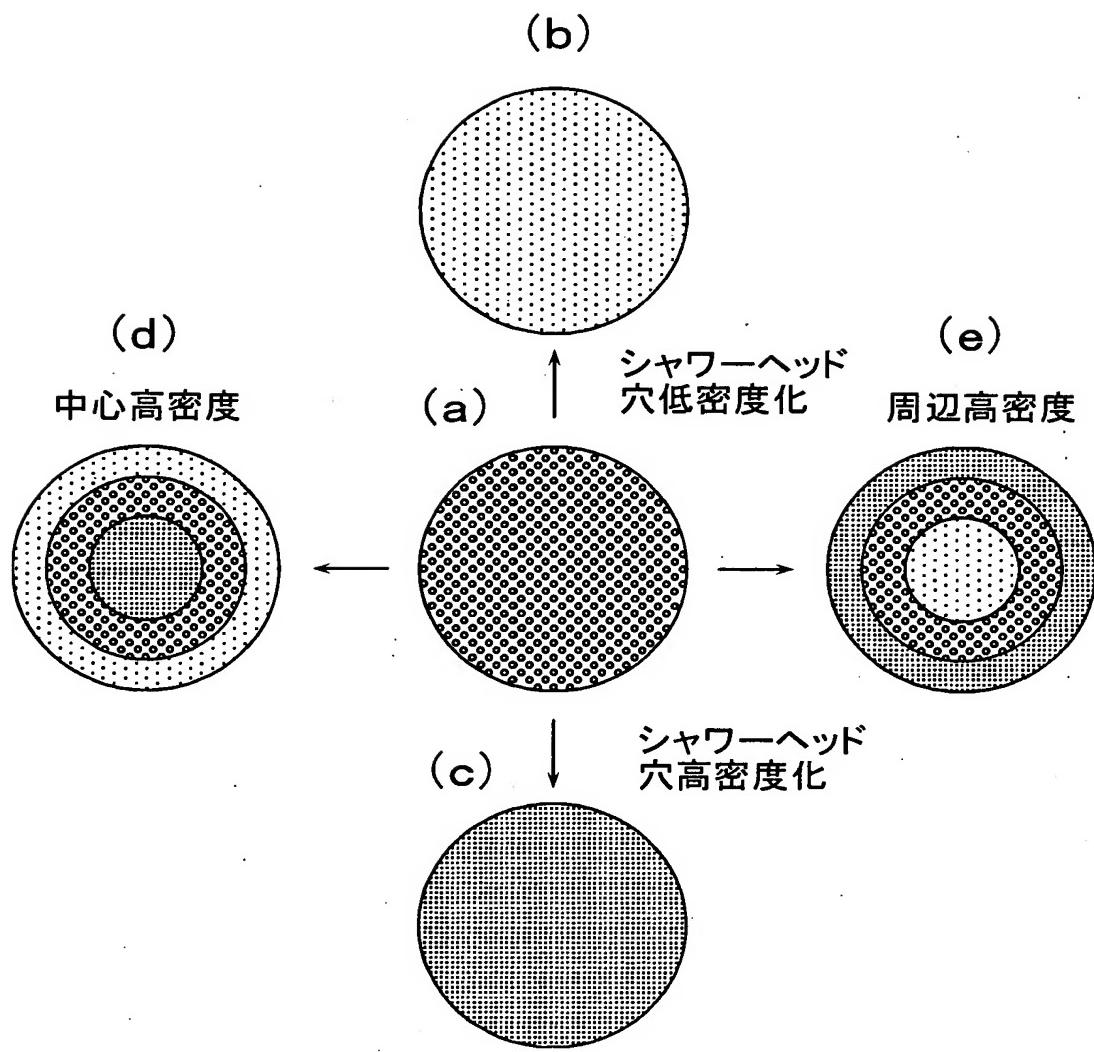
【図3】



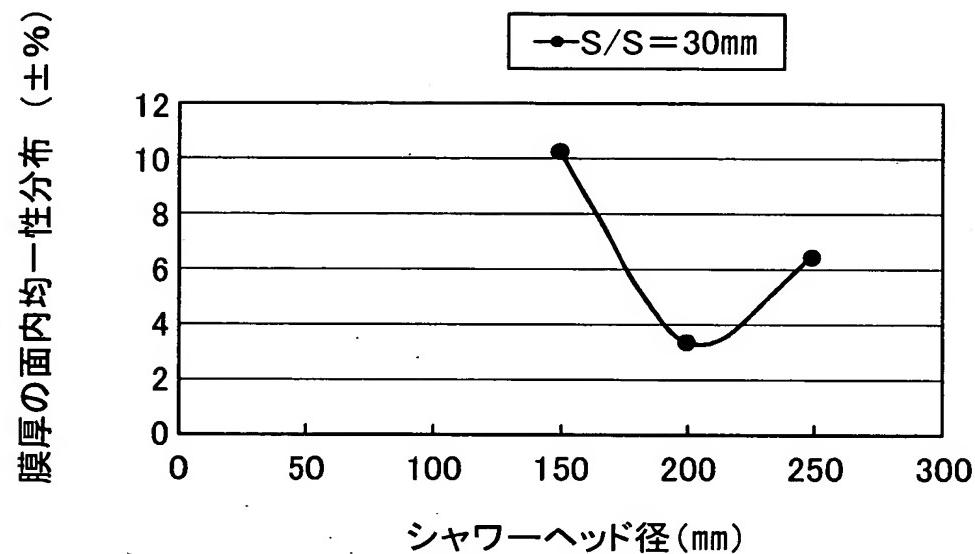
【図4】



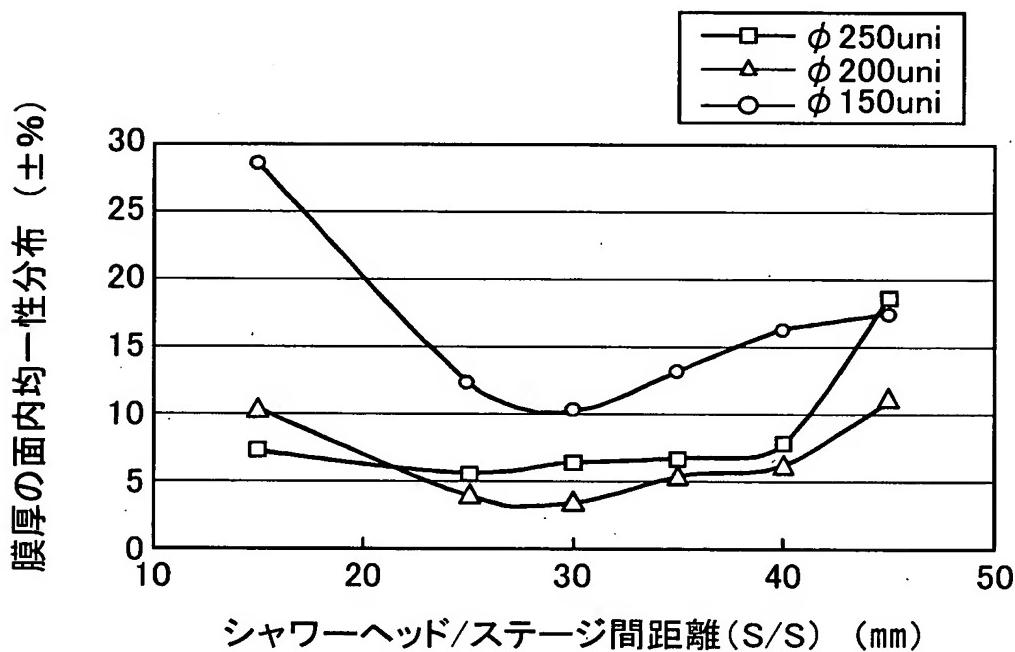
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウエハー面内分布均一性を達成することができる薄膜製造装置の提供。

【解決手段】 ガス混合室24からシャワーヘッド25へ供給される混合ガスの供給口24aをガス混合室の底面の周縁部に設け、混合ガスがシャワーヘッド上面の周縁部から中心部へ向かって流れるように構成し、また、成膜室3内の排ガスを排気するための排気口32を、成膜室側壁の成膜時ステージ31の位置より下方部分に設けて、成膜室内の排ガスを成膜室の側壁方向へ向かわせ、排気口から排気されるように構成する。ステージ31を昇降自在に形成して、シャワーヘッド25と基板Sとの間の距離を調整可能にする。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2002-196930  
受付番号 50200987581  
書類名 特許願  
担当官 第五担当上席 0094  
作成日 平成14年 7月 8日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 7月 5日

次頁無